RClimDex (1.0)

Manual del Usuario

Por

Xuebin Zhang y Feng Yang

Climate Research Branch
Environment Canada
Downsview, Ontario
Canada

Versión en Español por:

José Luis Santos
Centro Internacional Para la
Investigación del Fenómeno de El Niño
CIIFEN

Septiembre 20, 2004

Reconocimientos

RClimDex es desarrollado y mantenido por Xuebin Zhang y Feng Yang del Departamento de Investigación Climática del Servicio Meteorológico de Canadá. Su desarrollo inicial fue financiado por la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional a través del Proyecto de Cambio Climático de la Cooperación Canadá – China (C5). Lisa Alexander, Francis Zwiers, Byron Gleason, David Stephenson, Albert Klan Tank, Mark New, Lucie Vincent, y Tom Peterson hicieron importantes contribuciones al desarrollo y prueba del paquete. Versiones anteriores de RClimDex han sido usadas en Talleres de CCl/CLIVAR ETCCDMI en Cape Town, Africa del Sur, Mayo 31-Junio 4, 2004; y en Maceio, Brasil, Agosto 9-14, 2004. Los Instructores y Participantes de estos talleres proporcionaron sugerencias muy valiosas para el mejoramiento de RClimDex.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción

2. Instalación y ejecución de R

   2.1 Cómo instalar R
   2.2 Cómo ejecutar R

3. Cómo usar RClimDex

   3.1 Cargando RClimDex
   3.2 Control de Calidad de Datos
   3.3 Cálculo de Índices

4. Problemas conocidos

5. Reporte de problemas

Anexo A: Lista de Índices Climáticos

Anexo B: Formato de los Datos de entrada

Anexo C: Definición de los Índices

Anexo D: Cálculo de Los límites y periodo base de los índices de temperatura

Anexo E: Preguntas Frecuentes sobre R para Windows

1. Introducción

ClimDex es un programa basado en Microsoft Excel que proporciona un paquete computacional fácil de usar para el cálculo de Índices de extremos climáticos para monitorear y detectar cambio climático. Fue desarrollado por Byron Gleason del National Climate Data Centre (NCDC) de NOAA, y ha sido usado en talleres CCl/CLIVAR sobre índices climáticos desde el 2001.

El objetivo original fue el de colocar ClimDex en un ambiente que no dependa de un sistema operativo determinado. Fue muy natural usar R como nuestra plataforma, dado que R es gratis pero al mismo tiempo es un software muy robusto y poderoso para gráficos y análisis estadístico. Puede ser ejecutado tanto en ambientes Windows como Unix. En el 2003 se descubrió que el método utilizado por ClimDex y otros programas para calcular índices de temperatura basados en percentiles resultaba en inhomogeneidad en las series de índices. Una solución a este problema requiere un procedimiento "bootstrap" que se hace imposible de implementar en un ambiente Excel. Esto ha hecho aún más urgente la necesidad de desarrollar este paquete basado en R.

RClimDex (1.0) está diseñado para proporcionar una interfase amigable para calcular índices de extremos climáticos. Calcula todos los 27 índices básicos recomendados por el Equipo de Expertos de CCl/CLIVAR para "Climate Change Detection Monitoring and Índices" (ETCCDMI) así como también otros índices de temperatura y precipitación con límites definidos por el usuario. Los 27 índices básicos incluyen casi todos los índices calculados por ClimDex (Versión 1.3). Esta versión de RClimDex ha sido desarrollada bajo R 1.84. Debe poder ser ejecutada con R 1.84 o una versión posterior.

Uno de los principales objetivos de construir índices de extremos climáticos es para usarlos para estudios de monitoreo y detección de cambios climáticos. Esto requiere que los índices sean homogeneizados. La homogenización de datos ha sido planificada pero no implementada en esta versión. Actualmente RClimDex incluye solamente un procedimiento simple de control de calidad de datos que fue proporcionado por ClimDex. Como en ClimDex, se requiere que los datos tengan un control de calidad antes de que los índices sean calculados. Este manual de usuario proporciona instrucciones paso a paso sobre 1) La instalación de R y el establecimiento del ambiente de usuario, 2) Control de Calidad de datos climáticos diarios, 3) Cálculo de los 27 índices básicos.

2. Instalación y ejecución de R

R es un lenguaje y ambiente para cálculos y gráficos estadísticos. Es una implementación GNU del lenguaje S desarrollado por John Chambers y colegas de los Laboratorios Bell (antes AT&T, ahora Tecnologías Lucent). S-plus proporciona una implementación comercial del lenguaje S.

2.1 Como instalar R

RClimDex requiere el paquete base de R y la interfase gráfica de usuario TclTk. La instalación de R requiere un procedimiento muy simple. 1) Conectarse al sitio Web del proyecto R que es http://www.r-project.org; y 2) Seguir los enlaces para descargar la versión más reciente de R para el sistema operativo de su computador desde cualquier sitio espejo de CRAN.

Para Microsoft Windows (95, 98, 2000, y XP), descargar el programa de Windows setup. Ejecute ese programa y R se instalará automáticamente en su computador, con un atajo a R en su desktop. El TclTk se incluye en la instalación default de R 1.9.0 o versiones posteriores. Podría ser necesario que lo instale en forma separada si usted está ejecutando una versión anterior de R.

Para Linux, descargue los binarios precompilados apropiados y siga las instrucciones para instalar R. Para otros sistemas Unix, puede que tenga que descargar el código fuente y compilarlo usted mismo.

2.2 Como ejecutar R

Bajo el ambiente Windows, haga un doble clic en el icono de R en su desktop, o ejecútelo a través del menú "Start" de Windows. Esto usualmente lo lleva a la interfase de usuario de R. Para algunos computadores, puede que usted necesite primero establecer una variable ambiente llamada "HOME". Para más detalles, vea las Preguntas frecuentes (FAQ) de Windows (Apéndice E) si tiene usted problemas.

Bajo un ambiente unix, simplemente ejecute R para que entre a la consola R.

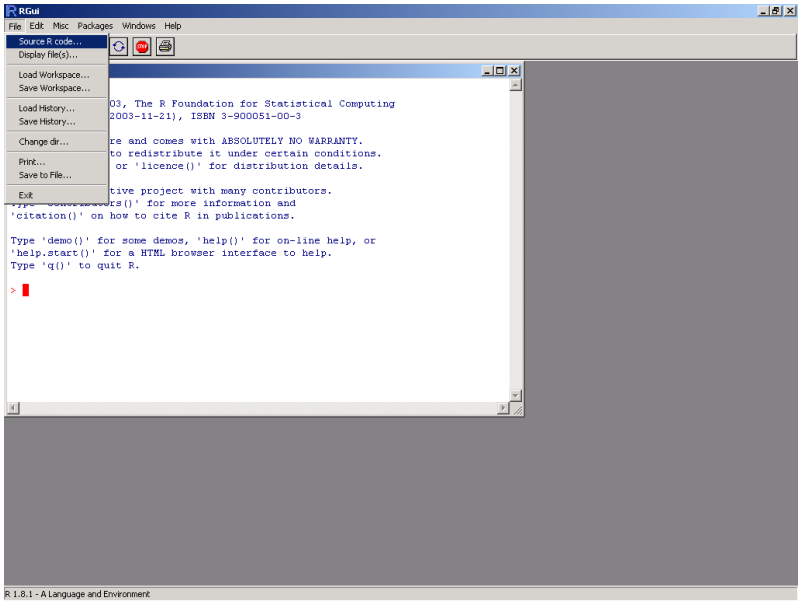
Salga de R tipeando *q()* en la consola R tanto bajo Windows como Unix. Bajo Windows, también puede hacer clic en el menú "File" y luego "Exit".

3. Como usar RClimDex

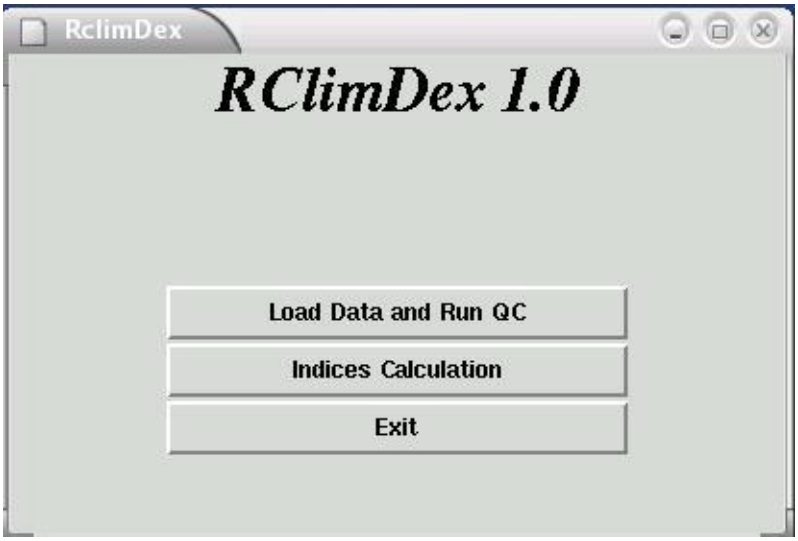
3.1 Cargando RClimDex

En el prompt de la consola de R ">", digite *source("rclimdex.r")*. Esto cargará RClimDex en el ambiente R. Puede que tenga que incluir el path completo antes del nombre de archivo rclimdex.r.

O, en el caso que su computador este conectado a Internet, puede descargar la versión más reciente del sitio Web ETCCDMI digitando *source ("http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/RClimDex/rclimdex.r")*. Bajo Windows, RClimDex puede también ser cargado del menú. Escoja "File" del menú RGui, y luego seleccione "Source R code". Esto traerá una nueva ventana dentro de la cual usted puede seleccionar el código fuente "rclimdex.r" desde el directorio donde el programa fue guardado.


RGui
File Edit Misc Packages Windows Help
Source R code...
Display file(s)...
Load Workspace...
Save Workspace...
Load History...
Save History...
Change dir...
Print...
Save to File...
Exit
03, The R Foundation for Statistical Computing
2003-11-21), ISBN 3-900051-00-3
re and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
to redistribute it under certain conditions.
or 'licence()' for distribution details.
tive project with many contributors.
'citation()' on how to cite R in publications.
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for a HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.
R 1.8.1 - A Language and Environment

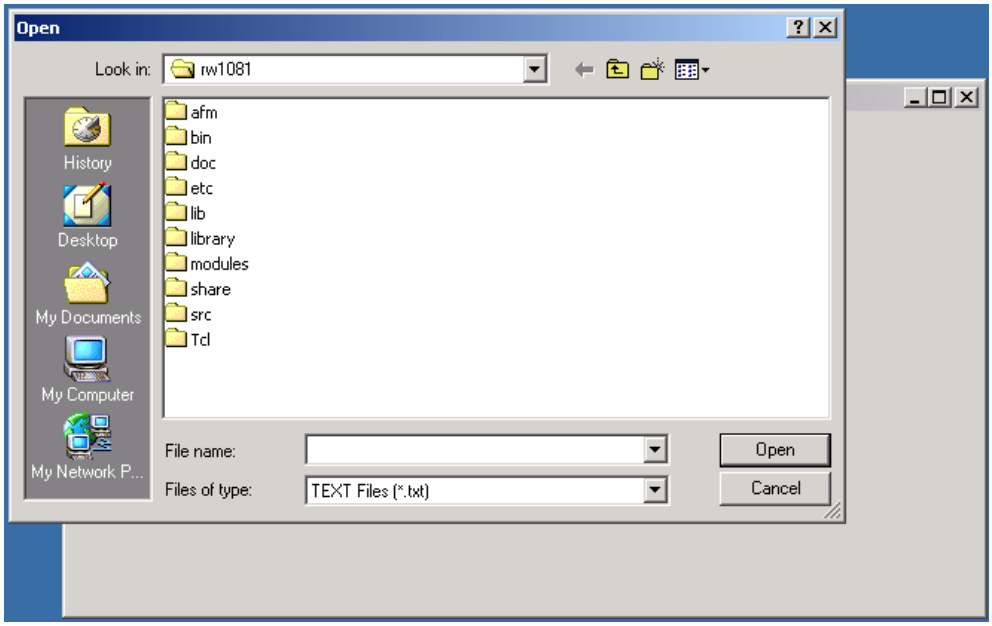
Una vez que el código fuente es cargado exitosamente, aparecerá el menú principal de RClimDex.



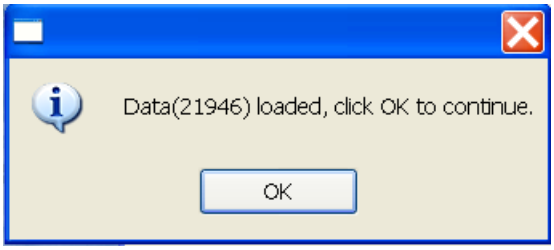
3.2. Cargar Datos y ejecutar Control de Calidad

El control de calidad (CC) de los datos es un prerrequisito para el cálculo de los índices. El CC de RClimDex desarrolla el siguiente procedimiento: 1) Reemplaza todos los datos faltantes (actualmente codificados como -99.9) en un formato interno que reconoce R (i.e. NA, no disponible), y 2) Remplaza todos los valores no razonables por NA. Estos valores incluyen a) cantidades de precipitación diarias menores que cero y b) Temperatura máxima diaria menor que temperatura mínima diaria. Adicionalmente, CC también identifica valores extremos ("outliers") en temperaturas diarias máximas y mínimas. Los valores extremos son valores diarios que se encuentran fuera de una región definida por el usuario. Actualmente esta región se define como *n* veces la desviación estándar del valor del día, esto es, [media – *n**std, media+*n**std]. Donde std representa la desviación estándar para el día y n es una entrada del usuario.

Seleccione “Load Data and Run QC” del Menú RClimDex para abrir una ventana como se muestra abajo. Esto permite al usuario seleccionar (cargar) el archivo de datos a partir del cual los índices serán calculados.

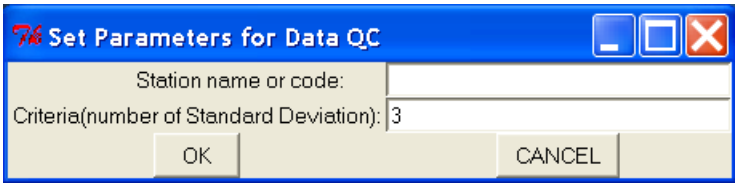


El nombre de archivo debe se de la forma “stationname.txt”. Los valores en el archivo deberían ser en el formato descrito en el Apéndice B. En este menú, usamos datos de una estación cuyos datos fueron almacenados en el archivo ASCII “21946.txt” para propósitos de demostración. Una ventana como se muestra abajo, aparecerá una vez que los datos para la estación 21946 sean cargados exitosamente.

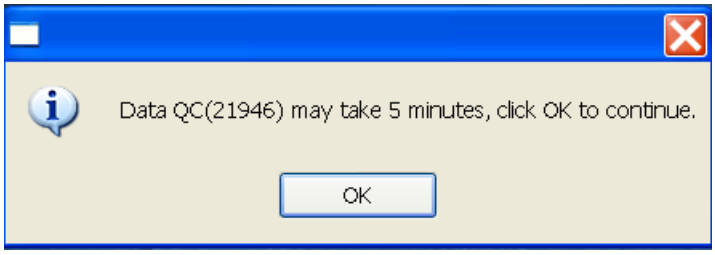


Mensajes de error aparecerán en la consola de R si este paso no ha sido completado exitosamente. Esto usualmente es causado por datos de entrada en formato equivocado. Por favor compare su formato con nuestros datos de ejemplo si usted ve tales mensajes.

Valores no razonables son identificados automáticamente pero la identificación de valores extremos en datos de temperatura necesita input del usuario.

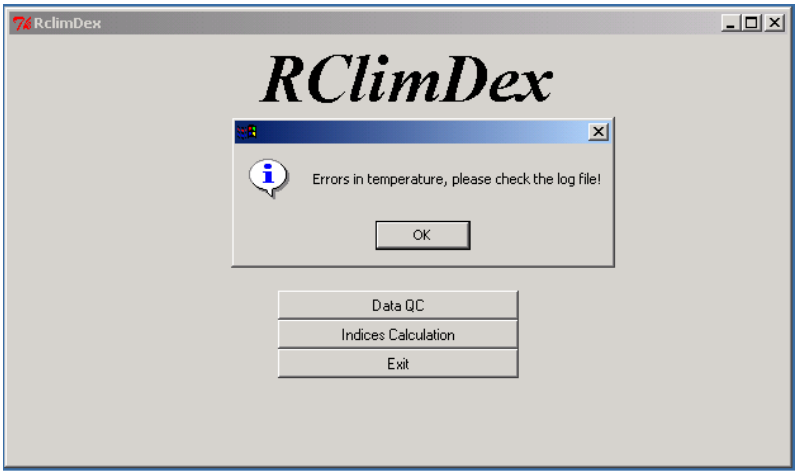


El valor default para *n* es 3 (Criterio en la ventana "Set Parameters for Data QC"), pero este número puede ser cambiado por el usuario. Como un valor de 3 puede marcar un número de valores muy grande, los usuarios pueden desear comenzar estableciendo este valor a 4. No hay necesidad de llenar el parámetro "Station name or code" pues este es usado luego. Después de establecer el parámetro n, haga clic en "OK" para continuar.

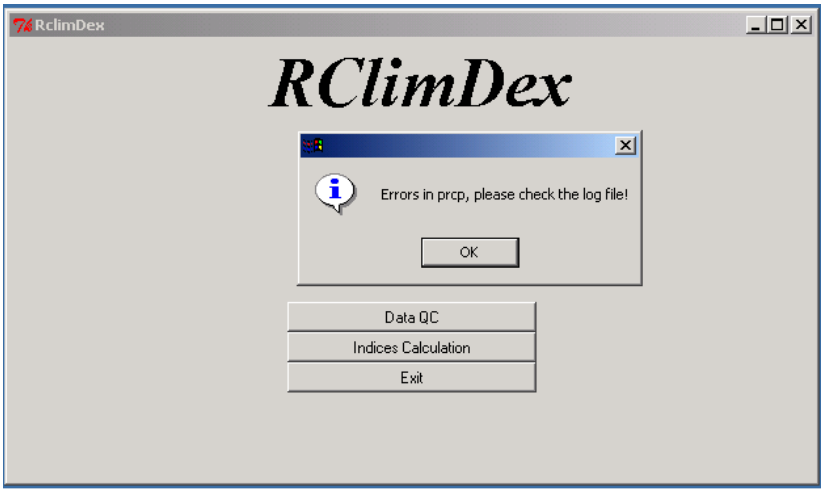


En PC's más lentas, este proceso puede tomar varios minutos.

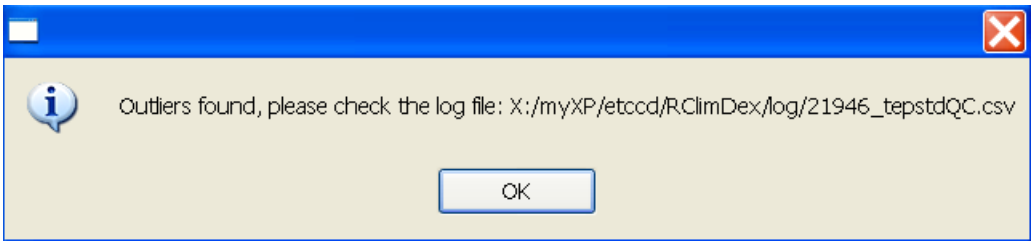
Ventanas aparecerán si valores no razonables son encontrados. Por ejemplo, cuando la temperatura mínima diaria es mayor que la temperatura máxima diaria, el siguiente mensaje aparece:



Si hay valores negativos en los valores de precipitación diaria (aparte de los valores faltantes que son codificados como -99.9), aparece el siguiente mensaje:

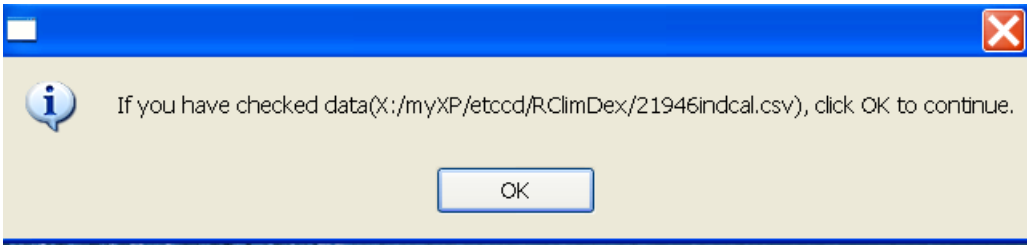


Si hay valores extremos, aparece la siguiente ventana:



Una ventana aparece una vez que el CC es completado. Al mismo tiempo, cuatro archivos Excel, "21946tempQC.csv", "21946prcpQC.csv", "21946tepstdQC.csv", y "21946indcal.csv" son creados en un subdirectorio llamado *log*. Los primeros dos archivos contienen información sobre valores no razonables para temperatura y precipitación. El tercer archivo marca todos los valores extremos posibles en temperatura diaria junto con las fechas en que aquellos valores ocurrieron. El último archivo contiene los datos una vez hecho el control de calidad y que serán usados para el cálculo de los índices. Note que, en este archivo, solamente los valores faltantes y no razonables son reemplazados por NA, posibles valores extremos que sean marcados NO son cambiados. Para una fácil visualización, 4 archivos PDF que contienen gráficos de las series de tiempo (valores faltantes graficados como puntos rojos) de precipitación diaria, y temperaturas diarias máximas y mínimas también son guardados en *log*.

En este punto, el usuario puede revisar los datos en el archivo "21946tepstdQC.csv" para determinar si cualquier valor marcado como un valor extremo es en realidad un valor extremo. El archivo "21946indcal.csv" puede ser modificado bajo Windows usando Excel y cualquier editor bajo Unix si es necesario tomar cualquier acción. Después de completar este paso, el usuario puede hacer clic en OK en la siguiente ventana para proceder con el cálculo de los índices.

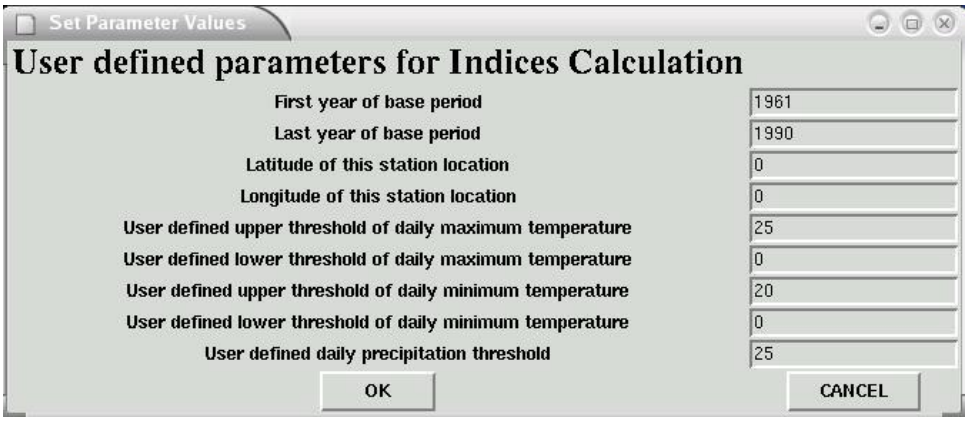


Note que los índices son calculados a partir de los datos que se han hecho el CC. El archivo de datos de entrada original no es alterado. De manera que si un usuario decide modificar el archivo de datos original para corregir algunos de los datos con problemas, el procedimiento Load Data y Run QC tiene que ser realizado de nuevo en el nuevo set de datos antes que estos cambios se reflejen en el cálculo de los índices.

3.3. Cálculo de Índices

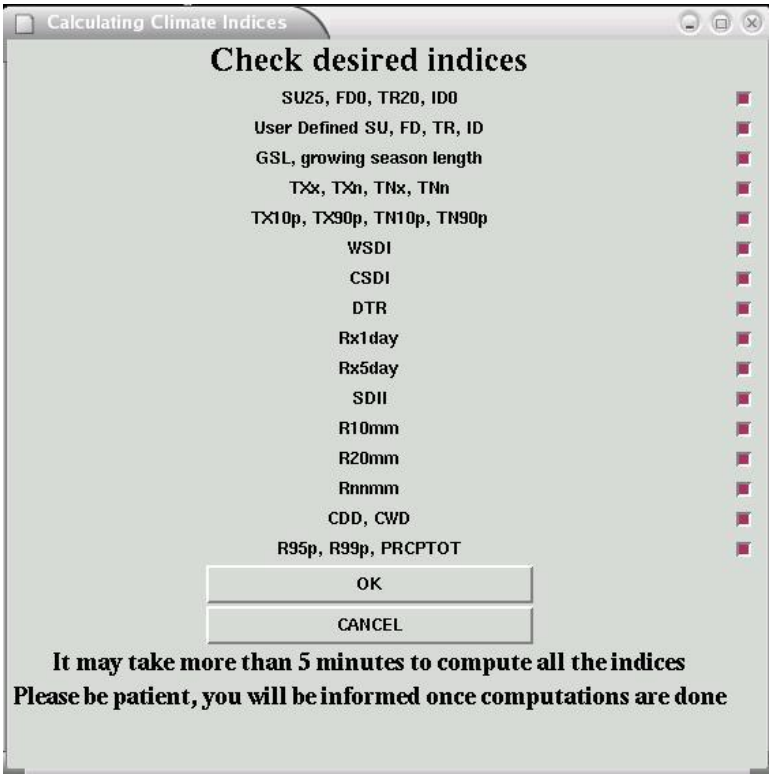
RClimDex es capaz de calcular todos los 27 índices básicos enumerados en el Apéndice A. Sin embargo, los usuarios pueden calcular solamente aquellos índices que quieran.

Después de seleccionar "Índices Calculation" del menú principal, se pide al usuario que establezca algunos parámetros para el cálculo de los índices. La ventana "Set Parameter Values" permite al usuario introducir el primer y ultimo año del periodo base para el cálculo de los umbrales, la latitud de la estación (Hemisferio Sur es negativa) para determinar en que hemisferio está localizada la estación, un umbral de precipitación diaria definido por el usuario, P (en mm), para calcular el número de días en la precipitación diaria excede este umbral (el indicador Rnn), y 4 umbrales definidos por el usuario. El "User defined Upper Limit of Day High" permite el cálculo del número de días cuando la temperatura máxima diaria ha excedido este umbral. El "User defined Lower Limit of Day High" permite el cálculo del número de días cuando la temperatura máxima diaria está debajo de este valor. El "User defined Upper Limit of Day Low" permite el cálculo del número de días cuando la temperatura mínima diaria ha excedido este umbral. El "User defined Lower Limit of Day Low" permite el cálculo del número de días cuando la temperatura mínima diaria esta debajo de este límite. Estos índices son llamados SUmm, FDmm, TRmm, IDmm donde "mm" corresponde a valores definidos por el usuario. Este paso incluye cierto procesamiento de datos, por lo que tomará algunos segundos para terminar.



Una vez que este paso ha sido completado, una ventana aparecerá para permitir al usuario seleccionar los índices que desea calcular. Todos los índices son seleccionados por default.

Quite la marca de los índices que no se necesiten, luego haga clic en "OK" pare realizar el cálculo. Dependiendo de los índices seleccionados, este procedimiento puede tomar un momento.



Una ventana aparecerá una vez que los índices seleccionados han sido calculados.

La serie de índices resultantes son almacenados en un subdirectorio titulado *índices* en formato Excel. Los archivos de índices tienen nombres "21946_XXX.cvs" donde XXX representa el nombre del índice. Columnas de datos se separan por coma (","). Para propósitos de visualización, graficamos series anuales, junto con tendencias calculadas por regresión lineal de mínimos cuadrados (línea sólida) y regresión lineal con ponderamientos locales (línea punteada). Estadísticas del ajuste de curvas lineal se muestran en los gráficos. Estos gráficos se guardan en un subdirectorio llamado *plots* en formato JPEG. Los nombres de archivos de los gráficos siguen la misma regla excepto que "cvs" se cambia a "jpg".

Seleccione "Indices Calculation" del menú principal para calcular índices adicionales, seleccione "Data QC" y repita el proceso mencionado arriba. Seleccione "Exit" si todos los cálculos requeridos han sido completados

4. Problemas conocidos

Hay un problema conocido en esta versión y versiones anteriores de RClimDex. El programa se detendrá si el primer año de datos disponibles es el mismo que el primer año del periodo base. Esto es causado por algunos cálculos que requieren datos más allá del límite del periodo base. El cálculo de los índices de temperatura basados en percentiles es un ejemplo. Una manera de evitar este problema es añadir un registro extra para el día (con valores marcados como perdidos) justo antes del inicio del periodo base. Por ejemplo, si el periodo base es 1961-1990 y los datos también empiezan en 1961, uno puede añadir "1960 12 31 -99.9 -99.9 -99.9" como la primera línea del archivo de entrada.

5. Reporte de Problemas

Por favor reporte cualquier problema/error a yang.feng@ec.gc.ca junto con los mensajes de error y los datos que se usaron para el cálculo de los índices. Esto será de mucha ayuda para producir una mejor versión en un futuro cercano. También apreciaríamos sus sugerencias para una mayor mejoría.

ANEXO A: Lista de Los Índices Climáticos básicos de ETCCDMI

ID	Nombre del Indicador	Definición	UNIDAD
FD0	Frost days (Días de heladas)	Número de días en un año cuando TN(mínimo diario)<0ºC	Días
SU25	Summer days (Días de verano)	Número de días en un año cuando TX(máximo diario)>25ºC	Días
ID0	Ice days (Días de hielo)	Número de días en un año cuando TX(máximo diario)<0ºC	Días
TR20	Tropical nights (Noches tropicales)	Número de días en un año cuando TN(mínimo diario)>20ºC	Días
GSL	Growing season Length (Duración de la estación de cultivo)	Anual (1st Ene a 31st Dic en HN, 1st Julio a 30th Junio en HS) cuenta entre el primer periodo de por lo menos 6 días con TG>5ºC y primer periodo después de Julio 1 (Enero 1 en HS) de 6 días con TG<5ºC	Días
TXx	Max Tmax	Valor mensual máximo de temperatura máxima diaria	ºC
TNx	Max Tmin	Valor mensual máximo de temperatura mínima diaria	ºC
TXn	Min Tmax	Valor mensual mínimo de temperatura máxima diaria	ºC
TNn	Min Tmin	Valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria	ºC
TN10p	Cool nights (Noches frías)	Porcentaje de días cuando TN<10th percentil	Días
TX10p	Cool days (Días fríos)	Porcentaje de días cuando TX<10th percentil	Días
TN90p	Warm nights (Noches calientes)	Porcentaje de días cuando TN>90th percentil	Días
TX90p	Warm days (Días calientes)	Porcentaje de días cuando TX>90th percentil	Días
WSDI	Warm spell duration indicador (Indicador de la duración de periodos calientes)	Contaje anual de días con por lo menos 6 días consecutivos en que TX>90th percentil	Días
CSDI	Cold spell duration indicator (indicador de la duración de periodos fríos)	Contaje anual de días con por lo menos 6 días consecutivos en que TN<10th percentil	Días
DTR	Diurnal temperature range (rango diurno de temperatura)	Diferencia media mensual entre TX y TN	ºC
RX1day	Max 1-day precipitation amount (Cantidad Máxima de precipitación en un día)	Máximo mensual de precipitación en 1 día	Mm
Rx5day	Max 5-day precipitation amount (Cantidad Máxima de precipitación en 5 días)	Máximo mensual de precipitación en 5 días consecutivos	Mm
SDII	Simple daily intensity index (Índice simple de intensidad diaria)	Precipitación anual total dividida para el número de días húmedos (definidos por PRCP>=1.0mm) en un año	Mm/día

R10	Number of heavy precipitation days (Número de días con precipitación intensa)	Número de días en un año en que PRCP>=10mm	Días
R20	Number of very heavy precipitation days (Número de días con precipitación muy intensa)	Número de días en un año en que PRCP>=20mm	Días
Rnn	Number of days above nnmm (Número de días sobre nn mm)	Número de días en un año en que PRCP>=nn mm, nn es un parámetro definido por el usuario	Días
CDD	Consecutive dry days (Días secos consecutivos)	Número máximo de días consecutivos con RR<1mm	Días
CWD	Consecutive wet days (Días húmedos consecutivos)	Número máximo de días consecutivos con RR>=1mm	Días
R95p	Very wet days (Días muy húmedos)	Precipitación anual total en que RR>95 percentil	Mm
R99p	Extremely wet days (Días extremadamente secos)	Precipitación anual total en que RR>99 percentil	mm
PRCPTOT	Annual total wet-day precipitation (Precipitación total anual en los días húmedos)	Precipitación anual total en los días húmedos (RR>=1mm)	mm

ANEXO B: Formato de entrada de datos

Todos los archivos de datos que son leídos o escritos están en formato de "list formatted". La única excepción es el primer archivo de datos que es procesado en el paso de "Quality Control". Este archivo de entrada de datos tiene varios requerimientos:

1. Archivo de texto ASCII
2. Columnas en las siguientes secuencias: Año, Mes, Día, PRCP, TMAX, TMIN. (NOTA: unidades de PRCP= milímetros y unidades de Temperatura= grados Celsius)
3. El formato descrito arriba debe ser delimitado por espacios (e.g. cada elemento separado por uno o más espacios).
4. Para los registros de datos, los datos faltantes **deben** se codificados como -99.9; los registros de datos **deben** estar en orden cronológico. Se permite fechas faltantes.

Ejemplo de formato de datos para el archivo de datos inicial (e.g. usados en el paso de 'Quality Control'):

```
1901  1     1     -99.9 -3.1  -6.8
1901  1     2     -99.9 -1.3  -3.6
1901  1     3     -99.9 -0.5  -7.9
1901  1     4     -99.9 -1    -9.1
1901  1     7     -99.9 -1.8  -8.4
```

ANEXO C: Definición de los Índices

A continuación se incluyen definiciones para los indicadores enumerados en el Apéndice A. Por razones prácticas, en esta versión del software, no todos los índices son calculados en una base mensual. Índices mensuales son calculados si en un mes hay no más de 3 días faltantes, mientras que los valores anuales son calculados si en un año no hay más de 15 días faltantes. No se calculará un valor anual si cualquier mes de datos esta faltando. Para índices con umbral, el umbral se calcula si por lo menos el 70% de los datos están presentes. Para indicadores de duración de temporada (marcados con un *), una temporada puede continuar en el año siguiente y se la cuenta en el año en que la temporada termina e.g. una temporada fría (CSDI) en el Hemisferio Norte comenzando el 31st Diciembre 2000 y terminando el 6th Enero 2001 se cuenta dentro del número total de temporadas frías en el 2001.

1. FD0

Sea Tn_{ij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j. Cuente el número de días cuando:

$$Tn_{ij} < 0°C$$

2. SU25

Sea Tx_{ij} la temperatura máxima diaria en el día i periodo j. Cuente el número de días cuando:

$$Tx_{ij} > 25°C$$

3. ID0

Sea Tx_{ij} la temperatura máxima diaria en el día i en el periodo j. Cuente el número de días cuando:

$$Tx_{ij} < 0°C$$

4. TR20

Sea Tn_{ij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j. Cuente el número de días cuando:

$$Tn_{ij} > 20°C$$

5. GSL

Sea T_{ij} la temperatura media en el día i en el periodo j. Cuente el número de días entre la primera ocurrencia de por lo menos 6 días consecutivos con:

$$T_{ij} > 5^{o}C$$

Y la primera ocurrencia después de 1st Julio (1st Enero en HS) de por lo menos 6 días consecutivos con:

$$T_{ij} < 5^{o}C$$

6. TXx

Sea Tx_{kj} la temperatura máxima diaria en el mes k, periodo j. La máxima temperatura máxima diaria cada mes es entonces:-

$$TXx_{kj} = \max(Tx_{kj})$$

7. TNx

Sea Tn_{kj} la temperatura mínima diaria en el mes k, periodo j. La máxima temperatura mínima diaria cada mes es entonces:-

$$TNx_{kj} = \max(Tn_{kj})$$

8. TXn

Sea Tx_{kj} la temperatura máxima diaria en el mes k, periodo j. La mínima temperatura máxima diaria cada mes es entonces:-

$$TXn_{kj} = \min(Tx_{kj})$$

9. TNn

Sea Tn_{kj} la temperatura mínima diaria en el mes k, periodo j. La mínima temperatura mínima diaria en cada mes es entonces:-

$$TNn_{kj} = \min(Tn_{kj})$$

10. Tn10p

Sea Tn_{ij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j y sea $Tn_{in}10$ el día calendario del percentil 10^{th} centrado en una ventana de 5-días (calculado usando el método del Anexo D). El porcentaje del tiempo es determinado, donde:

$$Tn_{ij} < Tn_{in}10$$

11. Tx10p

Sea Tx_{ij} la temperatura máxima diaria en el día i en el periodo j y sea $Tx_{in}10$ el día calendario del percentil 10^{th} centrado en una ventana de 5-días (calculado usando el método del Anexo D). El porcentaje del tiempo es determinado, donde:

$$Tx_{ij} < Tx_{in}10$$

12. Tn90p

Sea Tn_{ij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j y sea $Tn_{in}90$ el día calendario del percentil 90^{th} centrado en una ventana de 5-días (calculado usando el método del Anexo D). El porcentaje del tiempo es determinado, donde:

$$Tn_{ij} > Tn_{in}90$$

13. Tx90p

Sea Tx_{ij} la temperatura máxima diaria en el día i en el periodo j y sea $Tx_{in}90$ el día calendario del percentil 90^{th} centrado en una ventana de 5-días (calculado usando el método del Anexo D). El porcentaje del tiempo es determinado, donde:

$$Tx_{ij} > Tx_{in}90$$

14. WSDI*

Sea Tx_{ij} la temperatura máxima diaria en el día i en el periodo j y sea $Tx_{in}90$ el día calendario del percentil 90^{th} centrado en una ventana de 5-días (calculado usando el método del Anexo D). Entonces el número de días por periodo es sumado donde, en intervalos de por lo menos 6 días consecutivos:-

$$Tx_{ij} > Tx_{in}90$$

15. CSDI*

Sea Tn_{ij} la temperatura mínima diaria en el día i en el periodo j y sea $Tx_{in}10$ el día calendario del percentil 10^{th} centrado en una ventana de 5-días (calculado usando el método del Anexo D). Entonces el número de días por periodo es sumado donde, en intervalos de por lo menos 6 días consecutivos:-

$$Tn_{ij} < Tn_{in}10$$

16. DTR

Sean Tx_{ij} y Tn_{ij} las temperaturas diarias máximas y mínimas respectivamente en el día i en el periodo j. Si I representa el número de días en j, entonces:

$$DTR_j = \frac{\sum_{i=1}^{I}\left(Tx_{ij} - Tn_{ij}\right)}{I}$$

17. RX1day

Sea RR_{ij} el total diario de precipitación en el día i en el periodo j. Entonces los valores máximos de 1-día para el periodo j son:

$$Rx1day_j = \max(RR_{ij})$$

18. Rx5day

Sea RR_{kj} la cantidad de precipitación para el intervalo de cinco días terminando en k, periodo j. Entonces los valores máximos de 5-días para el periodo j son:

$$Rx5day_j = \max(RR_{kj})$$

19. SDII

Sea RR_{wj} la cantidad diaria de precipitación en días húmedos, $w(RR \geq 1mm)$ en el periodo j. Si W representa el número de días húmedos en j, entonces:

$$SDII_j = \frac{\sum_{w=1}^{W} RR_{wj}}{W}$$

20. R10

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j. Cuente el número de días donde:

$$RR_{ij} \geq 10mm$$

21. R20

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j. Cuente el número de días donde:

$$RR_{ij} \geq 20mm$$

22. Rnn

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j. Si nn representa cualquier valor razonable de precipitación diaria entonces, cuente el número de días donde:

$$RR_{ij} \geq nnmm$$

23. CDD*

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j. Cuente el más grande número de días consecutivos donde:

$$RR_{ij} < 1mm$$

24. CWD*

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j. Cuente el más grande número de días consecutivos donde:

$$RR_{ij} \geq 1mm$$

25. R95pTOT

Sea RR_{wj} la cantidad diaria de precipitación en un día húmedo $w(RR \geq 1.0mm)$ en el periodo j y sea $RR_{wn}95$ el percentil 95^{th} de precipitación en los días húmedos en el periodo 1961-1990. Si W representa el número de días húmedos en el periodo, entonces:

$$R95p_j = \sum_{w=1}^{W} RR_{wj} \text{ where } RR_{wj} > RR_{wn}95$$

26. R99p

Sea RR_{wj} la cantidad diaria de precipitación en un día húmedo $w(RR \geq 1.0mm)$ en el periodo j y sea $RR_{wn}99$ el percentil 99^{th} de precipitación en los días húmedos en el periodo 1961-1990. Si W representa el número de días húmedos en el periodo, entonces:

$$R99p_j = \sum_{w=1}^{W} RR_{wj} \text{ where } RR_{wj} > RR_{wn}99$$

27. PRCPTOT

Sea RR_{ij} la cantidad diaria de precipitación en el día i en el periodo j. Si I representa el número de días en j, entonces

$$PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^{I} RR_{ij}$$

ANEXO D: Estimación de umbrales y cálculo del periodo base para los índices de temperatura

Estimación empírica de cuantil:

El cuantil de una distribución se define como
$Q(p) = F^{-1}(p) = \inf\{x : F(x) \geq p\}$, 1<*p*<1,
Donde *F(x)* es la función de distribución. Sea $\{X_{(a)},..., X_{(n)}\}$ la estadística de orden de $\{X_1,..., X_n\}$ (i.e. valores ordenados de $\{X\}$), y sea $\hat{Q}_i(p)$ la definición del cuantil *i*th. Los cuantiles muestrales pueden ser generalmente escritos como
$\hat{Q}_i(p) = (1-\gamma)X_{(j)} + \gamma X_{(j+1)}$.

Hyndman y Fan (1996) sugieren una fórmula para obtener estimados medios un-biased del cuantil haciendo $j = \text{int}(p*n + (1+p)/3))$ y haciendo $\gamma = p*n + (1+p)/3 - j$, donde int(*u)* es el entero más grande que no sea mayor que *u*. El cuantil empírico es igual al valor en la muestra más grande o al más pequeño cuando *j<1* o *j> n* respectivamente. Esto es, estimados de cuantiles correspondientes a *p<1/(n+1)* son fijados al valor más pequeño de la muestra, y aquellos correspondientes a *p>n/(n+1)* son igualados al valor más grande de la muestra.

Procedimiento "Bootstrap" para la estimación de la tasa de excedencia para el periodo base:

No es posible hacer una estimación exacta de los umbrales debido a incertidumbres en el muestreo. Para proporcionar estimados temporalmente consistentes de la tasa de excedencia a lo largo del periodo base y fuera del periodo base, adaptamos el siguiente procedimiento (Zhang et al. 2004) para estimar la tasa de excedencia para el periodo base.

a) El periodo base de 30-años se divide en un año "fuera-de-base", el año para el cual la excedencia se va a estimar, y un "periodo-base" que consiste en los restantes 29 años a partir de los cuales se estimarán los umbrales.
b) Se construye un bloque de datos de 30-años usando el set de datos del "periodo-base" de 29 años y añadiendo un año adicional de datos a partir del "periodo-base" (i.e., uno de los años en el "periodo-base" es repetido). Este bloque de 30-años construido es usado para estimar los umbrales.
c) El año "fuera-de-base" es entonces comparado con los umbrales y se obtiene la tasa de excedencia para el año "fuera-de-base".
d) Pasos (b) y (c) se repiten 28 veces, repitiendo cada uno de los 28 años en-base para así construir el bloque de 30-años.
e) El índice final para el año "fuera-de-base" es obtenido promediando los 29 estimados obtenidos en los pasos (b), (c) y (d).

Referencia:
Hyndman, R.J., y Y. Fan, 1996: Sample quantiles in statistical packages. *The American Statistician,* **50**, 361-367.

Zhang, X., G. Hegerl, F.W. Zwiers, y J. Kenyon, 2004: Avoiding inhomogeneity in percentile-based indices of temperature extremes. *J. Climate*, submitted.

Anexo E: Preguntas y Respuesta Frecuentes sobre R para Windows